

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-163723

(43)Date of publication of application : 20.06.1997

(51)Int.Cl.

H02M 3/155

(21)Application number : 07-316575

(71)Applicant : TOKIMEC INC

(22)Date of filing : 05.12.1995

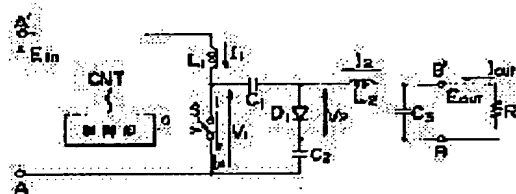
(72)Inventor : KANEGAE TAKESHI
SOTODANI SUMIO
KOIZUMI KOICHI

(54) SWITCHING POWER SUPPLY

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To make an input/output current continuous without using a transformer by a method wherein an input side and an output side are insulated from each other by first and second capacitors and the duty of the on/off control of a control unit is changed and, further, the electrical characteristics of first and second inductances are utilized.

SOLUTION: An inductance L1 and a switching device S are connected in series to input terminals A' and A. The switching device S consists of a transistor. A control unit CNT generates a control signal (s) by which the switching device S is controlled to be turned on and turned off periodically. One end of a capacitor C1 is connected to the connection point between the inductance L1 and the switching device S. One end of a capacitor C2 is connected to the input terminal A. A diode D1 is connected between the other end of the capacitor C1 and the other end of the capacitor C2. One end of the inductance L2 is connected to the connection point between the capacitor C1 and the diode D1.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The 1st inductance and switching device to which it is the switching power supply which changes direct-current input voltage into direct-current output voltage, and direct-current input voltage is impressed and by which the series connection was carried out, The control section which carries out on-off control of this switching device periodically, and the 1st and 2nd capacitors by which each end was connected to the end and the other end of said switching device, The diode connected between the other end of this 1st capacitor, and the other end of said 2nd capacitor, Switching power supply which is constituted by the 2nd inductance and the 3rd capacitor for smooth which were connected to the serial among the both ends of this diode, and obtains direct-current output voltage from the both ends of this 3rd capacitor.

[Claim 2] The 1st and 2nd input terminals with which it is the switching power supply which changes direct-current input voltage into direct-current output voltage, and direct-current input voltage is impressed, The 1st inductance and switching device which were connected to these 1st and 2nd input terminals at the serial, The control section which carries out on-off control of this switching device periodically, and the 1st capacitor to which the end was connected at the node of said 1st inductance and said switching device, The 2nd capacitor by which the end was connected to said 2nd input terminal, and the other end of said 1st capacitor, The 2nd inductance to which the end was connected at the node of the diode connected between the other ends of said 2nd capacitor, and said 1st capacitor and said diode, Switching power supply which resembled the 3rd capacitor connected between the node of said diode and said 2nd capacitor, and the other end of this 2nd inductance, and the 1st and 2nd output terminals connected to the both ends of this 3rd capacitor, and was constituted more.

[Claim 3] The 1st and 2nd input terminals with which it is the switching power supply which changes direct-current input voltage into direct-current output voltage, and direct-current input voltage is impressed, The switching device and the 1st inductance which were connected to these 1st and 2nd input terminals at the serial, The control section which carries out on-off control of this switching device periodically, and the 1st capacitor to which the end was connected at the node of said switching device and said 1st inductance, The 2nd capacitor by which the end was connected to said 1st input terminal, and the other end of said 1st capacitor, The 2nd inductance to which the end was connected at the node of the diode connected between the other ends of said 2nd capacitor, and said 1st capacitor and said diode, Switching power supply which resembled the 3rd capacitor connected between the node of said diode and said 2nd capacitor, and the other end of this 2nd inductance, and the 1st and 2nd output terminals connected to the both ends of this 3rd capacitor, and was constituted more.

[Claim 4] Said switching device is switching power supply according to claim 1, 2, or 3 characterized by being constituted by the transistor.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the switching power supply which supplies the stable direct-current output voltage.

[0002]

[Description of the Prior Art] Conventionally, as this kind of switching power supply, there is a thing as shown, for example in drawing 10.

[0003] (1) The switching power supply shown in drawing 10 (a) is a pressure-lowering mold switching regulator, and the description is as follows.

[0004] a) Non-insulating mold b output voltage (V_O) < input voltage (V_i)

c) The switching power supply shown in polar (2) drawing 10 (b) as input voltage with the input current I_e same [the polarity of discontinuity current d output voltage] is a pressure-up mold switching regulator, and the description is as follows.

[0005] a) Non-insulating mold b output voltage (V_O) > input voltage (V_i)

c) The switching power supply shown in polar (3) drawing 10 (c) as input voltage with the current I_d same [the polarity of discontinuity current d output voltage] to the smoothing capacitor of an output stage is a polar inversion switching regulator, and the description is as follows.

[0006] a) The switching power supply the current I_d to the smoothing capacitor of a discontinuity current c output stage indicates the polarity of discontinuity current d output voltage to be to input voltage and reversed-polarity (4) drawing 10 (d) is an insulating mold switching regulator, and the description of the non-insulating mold b input current I_e is as follows.

[0007] a) An insulating mold b input current is discontinuity current c output voltage V_O < (second/np) V_i [0008].

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, if it is in the conventional switching power supply As for the thing of the mold of drawing 10 (a), (b), and (c), between I/O is a non-insulating mold, Moreover, the thing for which drawing 10 (a) and (b) are limited to a pressure-lowering mold and a pressure-up mold with the mold, Any mold of drawing 10 had an input current or the discontinuous output current, and by the method of discontinuity, there was a problem of a noise [as opposed to an external device in an input current], and when it was the method of output current discontinuity, technical problems, like there is a problem of a ripple voltage occurred.

[0009] Moreover, by the method of the insulating mold of drawing 10 (d) which used the transformer, since the design of a transformer was needed, while the design took time amount, there was difficulty of circuit mounting from the field of an equipment miniaturization.

[0010] Without having been made paying attention to such a conventional trouble, and using a transformer, this invention can be set to both pressure lowering/pressure up, and aims to let an I/O current offer the switching power supply of a continuous insulating mold.

[0011]

[Means for Solving the Problem] The 1st inductance and switching device to which this invention is switching power supply which changes direct-current input voltage into direct-current output voltage, and direct-current input voltage is impressed and by which the series connection was

carried out, The control section which carries out on-off control of this switching device periodically, and the 1st and 2nd capacitors by which each end was connected to the end and the other end of said switching device, The diode connected between the other end of this 1st capacitor, and the other end of said 2nd capacitor, It is constituted by the 2nd inductance and the 3rd capacitor for smooth which were connected to the serial among the both ends of this diode, and direct-current output voltage is obtained from the both ends of this 3rd capacitor.

[0012] The 1st and 2nd input terminals with which this invention is switching power supply which changes direct-current input voltage into direct-current output voltage according to other standpoints, and direct-current input voltage is impressed, The 1st inductance and switching device which were connected to these 1st and 2nd input terminals at the serial, The control section which carries out on-off control of this switching device periodically, and the 1st capacitor to which the end was connected at the node of said 1st inductance and said switching device, The 2nd capacitor by which the end was connected to said 2nd input terminal, and the other end of said 1st capacitor, The 2nd inductance to which the end was connected at the node of the diode connected between the other ends of said 2nd capacitor, and said 1st capacitor and said diode, The 3rd capacitor connected between the node of said diode and said 2nd capacitor and the other end of this 2nd inductance and the 1st and 2nd output terminals connected to the both ends of this 3rd capacitor are resembled, and it is constituted more.

[0013] The 1st and 2nd input terminals with which this invention is switching power supply which changes direct-current input voltage into direct-current output voltage according to the standpoint of further others, and direct-current input voltage is impressed, The switching device and the 1st inductance which were connected to these 1st and 2nd input terminals at the serial, The control section which carries out on-off control of this switching device periodically, and the 1st capacitor to which the end was connected at the node of said switching device and said 1st inductance, The 2nd capacitor by which the end was connected to said 1st input terminal, and the other end of said 1st capacitor, The 2nd inductance to which the end was connected at the node of the diode connected between the other ends of said 2nd capacitor, and said 1st capacitor and said diode, The 3rd capacitor connected between the node of said diode and said 2nd capacitor and the other end of this 2nd inductance and the 1st and 2nd output terminals connected to the both ends of this 3rd capacitor are resembled, and it is constituted more.

[0014] Thus, according to this invention, an input side and an output side can be insulated by the 1st and 2nd capacitors (C1, C2), without using a transformer. Moreover, by changing the duty of the on-off control of a control section, the setting range of an output voltage value can be made large, namely, can be set to both pressure lowering/pressure up. Furthermore, an I/O current can offer continuous switching power supply by the circuitry using the electrical characteristics of the 1st and 2nd inductances (L1, L2).

[0015]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation of this invention is explained to a detail.

[0016] First, the circuit diagram of the switching power supply built over the gestalt of 1 operation of this invention at drawing 1 is shown. This switching power supply generates the direct-current output voltage E_{out} in response to direct current voltage E_{in} at output terminal B' and B in input terminal A' and A. An inductance L1 and switching device S are connected to a serial at input terminal A' and A. Switching device S is constituted by the transistor. A control section CNT generates the control signal a which carries out on-off control of the switching device S periodically (refer to wave [of drawing 2] a). The end of a capacitor C1 is connected at the node of an inductance L1 and switching device S. On the other hand, the end of a capacitor C2 is connected to an input terminal A. Diode D1 is connected between the other end of a capacitor C1, and the other end of a capacitor C2. The sense of diode D1 is sense from which an anode is a capacitor C1 side and a cathode is on a capacitor C2 side. The end of an inductance L2 is connected at the node of a capacitor C1 and diode D1. A capacitor C3 is connected between the node of diode D1 and a capacitor C2, and the other end of an inductance L2. The both ends of a capacitor C3 are connected to output terminal B' and B. Load resistance R is connected to this output terminal B' and B.

[0017] Now, the capacity value of capacitors C1, C2, and C3 shall be set up as follows.

[0018] C1>>Iout-TonC2>>Iout-TonC3>C1C3>C2 — actuation by the steady state of the circuit of drawing 1 is explained with reference to the wave form chart of drawing 2 under such conditions.

[0019] 1) It is 0 in the period when switching device S turns on the electrical potential difference V1 about electrical potential differences V1 and V2, i.e., a Ton period. Switching device S takes a certain electrical-potential-difference value in OFF, i.e., a Toff period. This electrical-potential-difference value is set to Ex.

[0020] An electrical potential difference V2 is 0 in the Toff period when a switch is off. In the Ton period which is ON, switching device S takes a certain electrical-potential-difference value, and sets this to Ey.

[0021] In a steady state, since the value of the fixed period time quadrature of both-ends electrical-potential-difference Ein-V1 of an inductance L1 is set to 0, a degree type is realized.

[0022]

[Equation 1]

数 1

$$\int_0^T (E_{in} - V_1) \cdot dt = \int_0^{T_{on}} E_{in} \cdot dt + \int_0^{T_{off}} (E_{in} - E_x) \cdot dt = 0$$

[0023] Therefore, it is set to $E_x = (T/T_{off})$ and E_{in} .

[0024] said conditions — like — Since it is C1>>Iout-Ton, change of the both-ends electrical potential difference of the capacitor C1 within a Ton period can be approximated to 0.

[0025] Therefore, it becomes $E_y = E_x$.

[0026] 2) Although the detail explanation is omitted since the circuit from an electrical potential difference V2 to an electrical potential difference Eout is constituting the general pressure-lowering mold switching regulator about the electrical potential difference Eout, an electrical potential difference Eout is obtained like a degree type.

[0027] $E_{out} = (T_{on}/T) \cdot V_2 = (T_{on}/T) \cdot (-E_x)$

= It is set to $-(T_{on}/T) \cdot D$ (: duty), then $E_{out} = -(D/(1-D))$ and $E_{in} = (T_{on}/T_{off})$ and now [E_{in}].

[0028] The graph with which the relation of the duty D opposite output voltage Eout is expressed to drawing 3 is shown. As shown in this drawing, output voltage Eout will increase rapidly, if it is 0, and it increases gently while Duty D is small and D becomes large further, when Duty D is 0. Duty D serves as $E_{out} = E_{in}$ in 0.5, and the relation of the magnitude of Eout and Ein is reversed bordering on this point.

[0029] 3) About a current flowing, it is the period (Ton) of it0-t1.

The equal circuit of the circuit of drawing 1 of this period is shown in drawing 4. A current I1 flows in the direction of A'→L1→S→A, and a current I2 flows in the direction of L2→C1→C2→R so that switching device S may have closed during this period and drawing 4 may show it.

[0030] Since both the currents I1 and I2 that flow to inductances L1 and L2 flow switching device S, the current Is which flows switching device S is set to $I_s = I_1 + I_2$. It is the current variation from the time of day t0 of currents I1 and I2 to t1, respectively delta I1, delta I2, then

[0031]

[Equation 2]

数 2

$$\Delta I_1 = \frac{1}{L_1} \int_{t_0}^{t_1} E_{in} \cdot dt = \frac{1}{L_1} \cdot E_{in} \cdot T_{on}$$

[0032]

[Equation 3]

数 3

$$\Delta I_2 = \frac{1}{L_2} \int_{t_0}^{t_1} (E_{out} - E_y) \cdot dt = \frac{1}{L_2} \cdot E_{in} \cdot T_{on}$$

[0033] It becomes.

[0034] ii) Period of t_1 – t_2 (Toff)

The equal circuit of the circuit of drawing 1 of this period is shown in drawing 5. During this period, switching device S is opened wide, and the current I_s which flows switching device S is set to 0.

[0035] A current I_1 flows in the direction of $A' \rightarrow L1 \rightarrow C1 \rightarrow D1 \rightarrow C2 \rightarrow A$, and a current I_2 flows in the direction of $L2 \rightarrow D1 \rightarrow R$.

[0036] The current variation from the time of day t_1 of currents I_1 and I_2 to t_2 is [0037] like a T_{on} period.

[Equation 4]

数 4

$$-\Delta I_1 = \frac{1}{L_1} \int_{t_1}^{t_2} (E_{in} - E_x) \cdot dt$$

$$\Delta I_1 = \frac{1}{L_1} \left(\frac{T_{on}}{T_{off}} \cdot E_{in} \right) \cdot T_{off} = \frac{1}{L_1} \cdot E_{in} \cdot T_{on}$$

[0038]

[Equation 5]

数 5

$$-\Delta I_2 = \frac{1}{L_2} \int_{t_1}^{t_2} E_{out} \cdot dt$$

$$\Delta I_2 = \frac{1}{L_2} \cdot E_{out} \cdot T_{off} = \frac{1}{L_2} E_{in} \cdot T_{on}$$

[0039] It becomes.

[0040] 4) Since it is set to 0, the fixed period time quadrature of the current which flows into a capacitor C1 (or C2) in a steady state about the relation between a current I_1 and a current I_2 is [0041].

[Equation 6]

数 6

$$\int_0^T (I_1 - I_2) \cdot dt = 0$$

$$\int_0^{T_{on}} I_2 \cdot dt - \int_0^{T_{off}} I_1 \cdot dt = 0$$

[0042] It becomes and, therefore, is set to I_2 , $T_{on}=I_1$, and $T_{off}I_2=(T_{off}/T_{on}) I_1$. Furthermore, since it is $I_2=l_{out}$, it is set to $l_{out}=(T_{off}/T_{on}) I_1$.

[0043] Now, 0 then input power P_{in} , and output power P_{out} serve as $P_{in}=I_1$, $E_{in}P_{out}=l_{out}-E_{out}=(T_{off}/T_{on}) I_1$ and $(T_{on}/T_{off}) E_{in}=I_1$, and E_{in} in loss electric about all the components of drawing 1. That is, 100% of effectiveness of the ideal switching power supply generally said is materialized.

[0044] In addition, the function of a capacitor C3 has the operation which absorbs the fluctuation current (ripple current) of the current I_2 which flows an inductance L_2 .

[0045] The description of the gestalt of this operation is as follows.

[0046] a) It is the method which insulated between I/O in direct current, without using a transformer (it insulates by capacitors C1 and C2).

[0047] b) To input voltage, in 0.5 or less duty, output voltage Eout serves as $E_{out} < E_{in}$, and it becomes $E_{out} > E_{in}$ by 0.5 or more duty. That is, it can respond to both a pressure up and pressure lowering by adjustment of duty.

[0048] c) For components S, C1, C2, and D1, a current flows intermittently, and flows continuously for them at other components. That is, the current between input terminal A-A' terminals is a continuation current, and output current $I_{out} = I_2$ is also a continuation current value.

[0049] Next, the circuit diagram of the switching power supply built over the gestalt of operation of the 2nd of this invention at drawing 6 is shown. This transforms the circuit of drawing 1 and the same result as the circuit of drawing 1 is obtained. The equivalent reference mark is given to the component equivalent to drawing 1.

[0050] This switching power supply generates the direct-current output voltage Eout in response to direct current voltage Ein at an output terminal B and B' in input terminal A' and A. Switching device S and an inductance L1 are connected to a serial at input terminal A' and A. A control section CNT generates the control signal a which carries out on-off control of the switching device S periodically (refer to wave [of drawing 7] a). The end of a capacitor C2 is connected to input terminal A'. The end of a capacitor C1 is connected at the node of switching device S and an inductance L1. Diode D1 is connected between the other end of a capacitor C1, and the other end of a capacitor C2. The sense of diode D1 is sense from which an anode is a capacitor C2 side and a cathode is on a capacitor C1 side. The end of an inductance L2 is connected at the node of a capacitor C1 and diode D1. A capacitor C3 is connected between the node of diode D1 and a capacitor C2, and the other end of an inductance L2. The both ends of a capacitor C3 are connected to output terminal B' and B. Load resistance R is connected to this output terminal B' and B. The setups of the capacity value of capacitors C1, C2, and C3 are the same as that of the case of drawing 1.

[0051] Drawing 7 explains actuation by the steady state of the circuit of drawing 6.

[0052] 1) It is Ein in the period when switching device S turns on the electrical potential difference V1 about electrical potential differences V1 and V2, i.e., a Ton period. Switching device S takes a certain electrical-potential-difference value in OFF, i.e., a Toff period. This electrical-potential-difference value is set to Ez.

[0053] In the Toff period when a switch is off, diode D1 flows through an electrical potential difference V2, and it is 0. In the Ton period which is ON, switching device S takes a certain electrical-potential-difference value, and sets this to Ey.

[0054] In a steady state, since the value of the fixed period time quadrature of the both-ends electrical potential difference V1 of an inductance L1 is set to 0, a degree type is realized.

[0055]

[Equation 7]

数 7

$$\int_0^T V_1 \cdot dt = \int_0^{T_{on}} E_{in} \cdot dt + \int_0^{T_{off}} E_z \cdot dt = 0$$

[0056] Therefore, it is set to $E_z = (T_{on}/T_{off})$ and Ein.

[0057] Therefore, it is set to $E_y = E_{in} - E_z = (T/T_{off})$ and Ein.

[0058] 2) About an electrical potential difference Eout, an electrical potential difference Eout is obtained like a degree type.

[0059] It is set to $E_{out} = (T_{on}/T) - V_2 = (D/(1-D))$ and Ein (however, $D = T_{on}/T$).

[0060] The relation of the duty D opposite output voltage Eout is the same as that of the case where it is the circuit of drawing 1, except the signs of Eout differing.

[0061] 3) About a current flowing, it is the period (Ton) of it0-t1.

The equal circuit of the circuit of drawing 6 of this period is shown in drawing 8. A current I1 flows in the direction of A'→S→L1→A, and a current I2 flows in the direction of L2→R→C2→

>S→C1 so that switching device S may have closed during this period and drawing 8 may show it.

[0062] ii) Period of t_1-t_2 (Toff)

The equal circuit of the circuit of drawing 6 of this period is shown in drawing 9. During this period, switching device S is opened wide, and the current I_s which flows switching device S is set to 0.

[0063] A current I_1 flows in the direction of $A' \rightarrow C_2 \rightarrow D_1 \rightarrow C_1 \rightarrow L_1 \rightarrow A$, and a current I_2 flows in the direction of $L_2 \rightarrow R \rightarrow D_1$.

[0064] 4) About the relation between a current I_1 and a current I_2 , since the fixed period time quadrature of the current which flows into a capacitor C1 (or C2) in a steady state is set to 0, said-six number is realized and, therefore, it is set to $I_{out}=(T_{off}/T_{on}) I_1$ as above-mentioned.

[0065] It has the description as the gestalt of operation of drawing 1 that the gestalt of operation of drawing 6 is also the same.

[0066]

[Effect of the Invention] As explained above, according to this invention, the effectiveness of enumerating below is acquired.

[0067] (1) Since between I/O is an insulating mold, both a forward electrical potential difference and a negative electrical potential difference can be obtained by the method of connection of an output terminal (B', B) as an output.

[0068] (2) An output voltage value can be set to both a value lower than input voltage and a high value.

[0069] (3) Since an I/O current turns into a continuation current, noise generating is small.

[0070] (4) In order not to use a transformer, the design of a transformer becomes unnecessary and the degree of freedom in printed circuit board mounting of passive circuit elements increases.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.***** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the circuit diagram showing the example of a configuration of the switching power supply by this invention.

[Drawing 2] It is the wave form chart showing the wave of the main signals of the circuit of drawing 1 .

[Drawing 3] It is the graph which shows the relation between the output voltage of the circuit of drawing 1 , and duty.

[Drawing 4] It is the circuit diagram showing the equal circuit of the Ton period of the circuit of drawing 1 .

[Drawing 5] It is the circuit diagram showing the equal circuit of the Toff period of the circuit of drawing 1 .

[Drawing 6] It is the circuit diagram showing other examples of a configuration of the switching power supply by this invention.

[Drawing 7] It is the wave form chart showing the wave of the main signals of the circuit of drawing 6 .

[Drawing 8] It is the circuit diagram showing the equal circuit of the Ton period of the circuit of drawing 6 .

[Drawing 9] It is the circuit diagram showing the equal circuit of the Toff period of the circuit of drawing 6 .

[Drawing 10] It is the circuit diagram showing the various conventional switching power supplies.

[Description of Notations]

A', A [— Diode, L1, L2 / — Inductance.] — The 1st and 2nd input terminals, B', B — The 1st and 2nd output terminals, C1, C2, C3 — A capacitor, D1

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-163723

(43) 公開日 平成9年(1997)6月20日

(51) Int.Cl.⁶

H 0 2 M 3/155

識別記号

庁内整理番号

F I

H 0 2 M 3/155

技術表示箇所

F

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平7-316575
(22) 出願日 平成7年(1995)12月5日

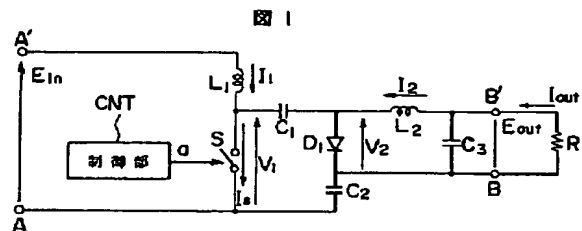
(71) 出願人 000003388
株式会社トキメック
東京都大田区南蒲田2丁目16番46号
(72) 発明者 鐘ヶ江 毅
東京都大田区南蒲田2丁目16番46号 株式会社トキメック内
(72) 発明者 外谷 純男
東京都大田区南蒲田2丁目16番46号 株式会社トキメック内
(72) 発明者 小泉 浩一
東京都大田区南蒲田2丁目16番46号 株式会社トキメック内
(74) 代理人 弁理士 三品 岩男 (外1名)

(54) 【発明の名称】 スイッチング電源

(57) 【要約】

【課題】トランスを用いることなく、降圧／昇圧のいずれにも設定でき、入出力電流が連続的な絶縁型のスイッチング電源を提供する。

【解決手段】直流入力電圧を直流出力電圧に変換するスイッチング電源であって、直流入力電圧が印加される、直列接続された第1のインダクタンスL1およびスイッチ素子Sと、該スイッチ素子を周期的にオンオフ制御する制御部CNTと、スイッチ素子Sの一端および他端にそれぞれの一端が接続された第1および第2のコンデンサC1、C2と、該第1のコンデンサの他端と前記第2のコンデンサの他端との間に接続されたダイオードD1と、該ダイオードの両端間に直列に接続された第2のインダクタンスL2と平滑用の第3のコンデンサC3とにより構成され、該第3のコンデンサの両端から直流出力電圧を得る。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 直流入力電圧を直流出力電圧に変換するスイッチング電源であって、
直流入力電圧が印加される、直列接続された第1のインダクタンスおよびスイッチ素子と、
該スイッチ素子を周期的にオンオフ制御する制御部と、
前記スイッチ素子の一端および他端にそれぞれの一端が接続された第1および第2のコンデンサと、
該第1のコンデンサの他端と前記第2のコンデンサの他端との間に接続されたダイオードと、
該ダイオードの両端間に直列に接続された第2のインダクタンスと平滑用の第3のコンデンサとにより構成され、

該第3のコンデンサの両端から直流出力電圧を得るスイッチング電源。

【請求項2】 直流入力電圧を直流出力電圧に変換するスイッチング電源であって、
直流入力電圧が印加される第1および第2の入力端子と、

該第1および第2の入力端子に直列に接続された第1のインダクタンスおよびスイッチ素子と、

該スイッチ素子を周期的にオンオフ制御する制御部と、
前記第1のインダクタンスと前記スイッチ素子との接続点に一端が接続された第1のコンデンサと、

前記第2の入力端子に一端が接続された第2のコンデンサと、

前記第1のコンデンサの他端と、前記第2のコンデンサの他端との間に接続されたダイオードと、

前記第1のコンデンサと前記ダイオードとの接続点に一端が接続された第2のインダクタンスと、

前記ダイオードと前記第2のコンデンサとの接続点と該第2のインダクタンスの他端との間に接続された第3のコンデンサと、

該第3のコンデンサの両端に接続された第1および第2の出力端子と、

により構成されたスイッチング電源。

【請求項3】 直流入力電圧を直流出力電圧に変換するスイッチング電源であって、

直流入力電圧が印加される第1および第2の入力端子と、

該第1および第2の入力端子に直列に接続されたスイッチ素子および第1のインダクタンスと、

該スイッチ素子を周期的にオンオフ制御する制御部と、
前記スイッチ素子と前記第1のインダクタンスとの接続点に一端が接続された第1のコンデンサと、

前記第1の入力端子に一端が接続された第2のコンデンサと、

前記第1のコンデンサの他端と、前記第2のコンデンサの他端との間に接続されたダイオードと、

前記第1のコンデンサと前記ダイオードとの接続点に一

2

端が接続された第2のインダクタンスと、

前記ダイオードと前記第2のコンデンサとの接続点と該第2のインダクタンスの他端との間に接続された第3のコンデンサと、

該第3のコンデンサの両端に接続された第1および第2の出力端子と、

により構成されたスイッチング電源。

【請求項4】 前記スイッチ素子は、トランジスタにより構成されることを特徴とする請求項1、2または3記載のスイッチング電源。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、安定した直流出力電圧を供給するスイッチング電源に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、この種のスイッチング電源としては、例えば図10に示すようなものがある。

【0003】 (1) 図10(a)に示すスイッチング電源は、降圧型スイッチング・レギュレータであり、その特徴は次の通りである。

【0004】 a) 非絶縁型

b) 出力電圧 $(V_o) < \text{入力電圧 } (V_i)$

c) 入力電流 I_e は不連続電流

d) 出力電圧の極性は、入力電圧と同じ極性

(2) 図10(b)に示すスイッチング電源は、昇圧型スイッチング・レギュレータであり、その特徴は次の通りである。

【0005】 a) 非絶縁型

b) 出力電圧 $(V_o) > \text{入力電圧 } (V_i)$

30 c) 出力段の平滑コンデンサへの電流 I_d は不連続電流

d) 出力電圧の極性は入力電圧と同じ極性

(3) 図10(c)に示すスイッチング電源は、極性逆型スイッチング・レギュレータであり、その特徴は次の通りである。

【0006】 a) 非絶縁型

b) 入力電流 I_e は不連続電流

c) 出力段の平滑コンデンサへの電流 I_d は不連続電流

d) 出力電圧の極性は入力電圧と逆極性

40 (4) 図10(d)に示すスイッチング電源は、絶縁型スイッチング・レギュレータであり、その特徴は次の通りである。

【0007】 a) 絶縁型

b) 入力電流は不連続電流

c) 出力電圧 $V_o < (n_s / n_p) V_i$

【0008】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、従来のスイッチング電源にあっては、図10(a)(b)

(c)の型のものは入出力間が非絶縁型であること、また、図10(a)(b)はその型によって降圧型、昇圧型に限定されること、図10のいずれの型も入力電流ま

たは出力電流が不連続であり、入力電流が不連続の方式では外部装置に対するノイズの問題があり、出力電流不連続の方式の場合はリップル電圧の問題があること、等の課題があった。

【0009】また、トランスを使用した図10(d)の絶縁型の方式では、トランスの設計が必要となるためその設計に時間を要するとともに、装置小型化の面から回路実装の困難さがあった。

【0010】本発明は、このような従来の問題点に着目してなされたもので、トランスを用いることなく、降圧／昇圧のいずれにも設定でき、入出力電流が連続的な絶縁型のスイッチング電源を提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明は、直流入力電圧を直流出力電圧に変換するスイッチング電源であって、直流入力電圧が印加される、直列接続された第1のインダクタンスおよびスイッチ素子と、該スイッチ素子を周期的にオンオフ制御する制御部と、前記スイッチ素子の一端および他端にそれぞれの一端が接続された第1および第2のコンデンサと、該第1のコンデンサの他端と前記第2のコンデンサの他端との間に接続されたダイオードと、該ダイオードの両端間に直列に接続された第2のインダクタンスと平滑用の第3のコンデンサとにより構成され、該第3のコンデンサの両端から直流出力電圧を得るようにしたものである。

【0012】本発明は、他の見地によれば、直流入力電圧を直流出力電圧に変換するスイッチング電源であって、直流入力電圧が印加される第1および第2の入力端子と、該第1および第2の入力端子に直列に接続された第1のインダクタンスおよびスイッチ素子と、該スイッチ素子を周期的にオンオフ制御する制御部と、前記第1のインダクタンスと前記スイッチ素子との接続点に一端が接続された第1のコンデンサと、前記第2の入力端子に一端が接続された第2のコンデンサと、前記第1のコンデンサの他端と、前記第2のコンデンサの他端との間に接続されたダイオードと、前記第1のコンデンサと前記ダイオードとの接続点に一端が接続された第2のインダクタンスと、前記ダイオードと前記第2のコンデンサとの接続点と該第2のインダクタンスの他端との間に接続された第3のコンデンサと、該第3のコンデンサの両端に接続された第1および第2の出力端子と、により構成されたものである。

【0013】本発明は、さらに他の見地によれば、直流入力電圧を直流出力電圧に変換するスイッチング電源であって、直流入力電圧が印加される第1および第2の入力端子と、該第1および第2の入力端子に直列に接続されたスイッチ素子および第1のインダクタンスと、該スイッチ素子を周期的にオンオフ制御する制御部と、前記スイッチ素子と前記第1のインダクタンスとの接続点に一端が接続された第1のコンデンサと、前記第1の入力

端子に一端が接続された第2のコンデンサと、前記第1のコンデンサの他端と、前記第2のコンデンサの他端との間に接続されたダイオードと、前記第1のコンデンサと前記ダイオードとの接続点に一端が接続された第2のインダクタンスと、前記ダイオードと前記第2のコンデンサとの接続点と該第2のインダクタンスの他端との間に接続された第3のコンデンサと、該第3のコンデンサの両端に接続された第1および第2の出力端子と、により構成されたものである。

【0014】このように本発明によれば、トランスを用いることなく、入力側と出力側とを第1および第2のコンデンサ(C1, C2)で絶縁することができる。また、制御部のオンオフ制御のデューティを変更することにより、出力電圧値の設定範囲を広くできる、すなわち、降圧／昇圧のいずれにも設定できる。さらに、第1および第2のインダクタンス(L1, L2)の電気的特性を利用した回路構成により、入出力電流が連続的なスイッチング電源を提供することができる。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について詳細に説明する。

【0016】まず、図1に、本発明の一実施の形態に係るスイッチング電源の回路図を示す。このスイッチング電源は、入力端子A'、Aに直流電圧E_{in}を受けて、出力端子B'、Bに直流出力電圧E_{out}を発生する。入力端子A'、Aに直列にインダクタンスL1およびスイッチ素子Sが接続される。スイッチ素子Sは、トランジスタにより構成される。制御部CNTは、スイッチ素子Sを周期的にオンオフ制御する制御信号aを発生する(図2の波形a参照)。インダクタンスL1とスイッチ素子Sとの接続点にはコンデンサC1の一端が接続される。一方、入力端子AにはコンデンサC2の一端が接続される。コンデンサC1の他端とコンデンサC2の他端との間にはダイオードD1が接続される。ダイオードD1の向きは、アノードがコンデンサC1側、カソードがコンデンサC2側となる向きである。コンデンサC1とダイオードD1との接続点にはインダクタンスL2の一端が接続される。ダイオードD1とコンデンサC2との接続点と、インダクタンスL2の他端との間にはコンデンサC3が接続される。コンデンサC3の両端は、出力端子B'、Bに接続される。この出力端子B'、Bには負荷抵抗Rが接続される。

【0017】今、コンデンサC1, C2, C3の容量値を次のように設定するものとする。

【0018】 $C1 \gg I_{out} \cdot T_{on}$

$C2 \gg I_{out} \cdot T_{on}$

$C3 > C1$

$C3 > C2$

このような条件下で、図1の回路の定常状態での動作について、図2の波形図を参照して説明する。

6

* 期間では、ある電圧値をとり、これを E_y とする。

【0021】定常状態においては、インダクタンス L_1 の両端電圧 $E_{in}-V_1$ の一定周期時間積分の値は0となるから、次式が成り立つ。

【0022】

【教 1】

$$\int_0^T (E_{in} - V_1) \cdot dt = \int_0^{T_{on}} E_{in} \cdot dt + \int_0^{T_{off}} (E_{in} - E_x) \cdot dt = 0$$

※0.5において $E_{out}=E_{in}$ となり、この点を境界として、 E_{out} と E_{in} の大きさの関係が逆転する。

【0029】3) 電流の流れについて

i) $t_0 \sim t_1$ の期間 (T_{on})

この期間の図1の回路の等価回路を図4に示す。この期間中は、スイッチ素子Sが閉じており、図4から分かるように、電流 I_1 は、 $A' \rightarrow L_1 \rightarrow S \rightarrow A$ の方向に流れ、電流 I_2 は、 $L_2 \rightarrow C_1 \rightarrow C_2 \rightarrow R$ の方向に流れる。

【0030】インダクタンス L_1 、 L_2 に流れる電流 I_1 、 I_2 が共にスイッチ素子 S を流れるので、スイッチ素子 S を流れる電流 I_s は、

$$I_s = I_1 + I_2$$

となる。電流 I_1 、 I_2 の時刻 t_0 から t_1 までの電流変化量をそれぞれ ΔI_1 、 ΔI_2 とすれば、

【0031】

【数2】

30 數 2

30 數 2

30 數 2

30 數 2

$$\Delta I_1 = \frac{1}{L_1} \int_{t_0}^{t_1} E_{in} \cdot dt = \frac{1}{L_1} \cdot E_{in} \cdot T_{on}$$

【0032】

【数3】

数 3

$$\Delta I_2 = \frac{1}{L_2} \int_{t_0}^{t_1} (E_{out} - E_y) \cdot dt = \frac{1}{L_2} \cdot E_{in} \cdot T_{on}$$

2→Aの方向に流れ、電流I₂は、L₂→D₁→Rの方向に流れる。

【0036】電流I1、I2の時刻t1からt2までの電流変化量は、Ton期間と同様、

【 0 0 3 7 】

【数4】

7
数 4

8

$$-\Delta I_1 = \frac{1}{L_1} \int_{t_1}^{t_2} (E_{in} - E_x) \cdot dt$$

$$\Delta I_1 = \frac{1}{L_1} \left(\frac{T_{on}}{T_{off}} \cdot E_{in} \right) \cdot T_{off} = \frac{1}{L_1} \cdot E_{in} \cdot T_{on}$$

【0038】

【数5】

数 5

$$-\Delta I_2 = \frac{1}{L_2} \int_{t_1}^{t_2} E_{out} \cdot dt$$

$$\Delta I_2 = \frac{1}{L_2} \cdot E_{out} \cdot T_{off} = \frac{1}{L_2} E_{in} \cdot T_{on}$$

【0039】となる。

【0040】4) 電流 I1 と電流 I2 の関係について、定常状態においては、コンデンサ C1 (または C2) に流れ込む電流の一定周期時間積分は 0 となるから、

【0041】

【数6】

数 6

$$\int_0^T (I_1 - I_2) \cdot dt = 0$$

$$\int_0^{T_{on}} I_2 \cdot dt - \int_0^{T_{off}} I_1 \cdot dt = 0$$

【0042】となり、よって、

$$I_2 \cdot T_{on} = I_1 \cdot T_{off}$$

$$I_2 = (T_{off} / T_{on}) I_1$$

となる。さらに、 $I_2 = I_{out}$ であるから、

$$I_{out} = (T_{off} / T_{on}) I_1$$

となる。

【0043】今、図1のすべての素子について電氣的な損失を 0 とすれば、入力電力 P_{in} および出力電力 P_{out} は、

$$P_{in} = I_1 \cdot E_{in}$$

$$P_{out} = I_{out} \cdot E_{out}$$

$$= (T_{off} / T_{on}) I_1 \cdot (T_{on} / T_{off}) E_{in}$$

$$= I_1 \cdot E_{in}$$

となる。すなわち、一般に言われる、理想スイッチング電源の効率 100% が成立する。

【0044】なお、コンデンサ C3 の機能は、インダクタンス L2 を流れる電流 I2 の変動電流 (リップル電流) を吸収する作用を有する。

【0045】本実施の形態の特徴は、次の通りである。

【0046】a) トランスを使用することなく、入出力間を直流的に絶縁した方式である (コンデンサ C1、C2 により絶縁されている)。

【0047】b) 入力電圧に対し、デューティ 0.5 以下では、出力電圧 E_{out} は、 $E_{out} < E_{in}$ となり、デューティ 0.5 以上では $E_{out} > E_{in}$ となる。すなわち、デューティの調整により、昇圧、降圧のいずれにも対応できる。

【0048】c) 素子 S、C1、C2、D1 には電流が断続的に流れ、他の素子には連続的に流れる。すなわち、入力端子 A-A' 端子間電流は連続電流であり、出力電流 $I_{out} = I_2$ も連続電流値である。

【0049】次に、図6に、本発明の第2の実施の形態に係るスイッチング電源の回路図を示す。これは、図1の回路を変形したものであり、図1の回路と同様の結果が得られる。図1と同等の素子には、同等の参照符号を付してある。

【0050】このスイッチング電源は、入力端子 A'、A に直流電圧 E_{in} を受けて、出力端子 B、B' に直流出力電圧 E_{out} を発生する。入力端子 A'、A に直列にスイッチ素子 S およびインダクタンス L1 が接続される。制御部 CNT は、スイッチ素子 S を周期的にオンオフ制御する制御信号 a を発生する (図7の波形 a 参照)。入力端子 A' にはコンデンサ C2 の一端が接続される。スイッチ素子 S とインダクタンス L1 との接続点にはコンデンサ C1 の一端が接続される。コンデンサ C1 の他端とコンデンサ C2 の他端との間にはダイオード D1 が接続される。ダイオード D1 の向きは、アノードがコンデンサ C2 側、カソードがコンデンサ C1 側となる向きである。コンデンサ C1 とダイオード D1 との接続点にはインダクタンス L2 の一端が接続される。ダイオード D1 とコンデンサ C2 との接続点と、インダクタンス L2 の他端との間にはコンデンサ C3 が接続される。コンデンサ C3 の両端は、出力端子 B'、B に接続される。この出力端子 B'、B には負荷抵抗 R が接続される。コンデンサ C1、C2、C3 の容量値の設定条件は図1の場合と同様である。

【0051】図6の回路の定常状態での動作について、図7により説明する。

【0052】1) 電圧 V1、V2 について、電圧 V1 は、スイッチ素子 S がオンしている期間、すなわち T_{on} 期間では、 E_{in} である。スイッチ素子 S がオフすなわち T_{off} 期間では、ある電圧値をとる。この電圧値を E_z とする。

【0053】電圧 V2 は、スイッチがオフの T_{off} 期間では、ダイオード D1 が導通し、0 である。スイッチ素子 S がオンである T_{on} 期間では、ある電圧値をと

り、これを E_y とする。

【0054】定常状態においては、インダクタンス L_1 の両端電圧 V_1 の一定周期時間積分の値は0となるか *

数 7

*ら、次式が成り立つ。

【0055】

【数7】

$$\int_0^T V_1 \cdot dt = \int_0^{T_{on}} E_{in} \cdot dt + \int_0^{T_{off}} E_z \cdot dt = 0$$

【0056】よって、

$$E_z = (T_{on}/T_{off}) \cdot E_{in}$$

となる。

【0057】よって、

$$E_y = E_{in} - E_z$$

$$= (T/T_{off}) \cdot E_{in}$$

となる。

【0058】2) 電圧 E_{out} について、電圧 E_{out} は、次式のように得られる。

$$【0059】E_{out} = (T_{on}/T) \cdot V_2$$

$$= (D/(1-D)) \cdot E_{in}$$

となる(但し、 $D = T_{on}/T$)。

【0060】デューティ D 対出力電圧 E_{out} の関係は、 E_{out} の符号が異なること以外、図1の回路の場合と同様である。

【0061】3) 電流の流れについて、

i) $t_0 \sim t_1$ の期間(T_{on})

この期間の図6の回路の等価回路を図8に示す。この期間中は、スイッチ素子 S が閉じており、図8から分かるように、電流 I_1 は、 $A' \rightarrow S \rightarrow L_1 \rightarrow A$ の方向に流れ、電流 I_2 は、 $L_2 \rightarrow R \rightarrow C_2 \rightarrow S \rightarrow C_1$ の方向に流れる。

【0062】ii) $t_1 \sim t_2$ の期間(T_{off})

この期間の図6の回路の等価回路を図9に示す。この期間中は、スイッチ素子 S が開放され、スイッチ素子 S を流れる電流 I_s は0となる。

【0063】電流 I_1 は、 $A' \rightarrow C_2 \rightarrow D_1 \rightarrow C_1 \rightarrow L_1 \rightarrow A$ の方向に流れ、電流 I_2 は、 $L_2 \rightarrow R \rightarrow D_1$ の方向に流れる。

【0064】4) 電流 I_1 と電流 I_2 の関係について、定常状態においては、コンデンサ C_1 (または C_2)に流れ込む電流の一定周期時間積分は0となるから、前記

$$I_{out} = (T_{off}/T_{on}) I_1$$

となる。

【0065】図6の実施の形態も、図1の実施の形態と同様の特徴を有する。

【0066】

【発明の効果】以上説明してきたように、本発明によれば、以下に列挙する効果が得られる。

【0067】(1) 入出力間が絶縁型であるから、出力として、出力端子(B' , B)の接続の仕方により、正電圧および負電圧のいずれをも得ることができる。

【0068】(2) 出力電圧値は、入力電圧より低い値および高い値のいずれにも設定できる。

【0069】(3) 入出力電流が連続電流となるため、ノイズ発生が小さい。

【0070】(4) トランスを利用しないため、トランスの設計が不要となり、かつ、回路部品のプリント板実装における自由度が増大する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明によるスイッチング電源の構成例を示す回路図である。

【図2】図1の回路の主要信号の波形を示す波形図である。

【図3】図1の回路の出力電圧とデューティとの関係を示すグラフである。

【図4】図1の回路の T_{on} 期間の等価回路を示す回路図である。

【図5】図1の回路の T_{off} 期間の等価回路を示す回路図である。

【図6】本発明によるスイッチング電源の他の構成例を示す回路図である。

【図7】図6の回路の主要信号の波形を示す波形図である。

【図8】図6の回路の T_{on} 期間の等価回路を示す回路図である。

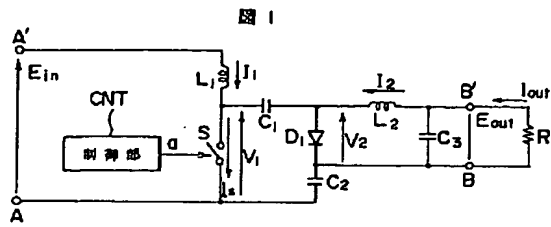
【図9】図6の回路の T_{off} 期間の等価回路を示す回路図である。

【図10】従来の各種スイッチング電源を示す回路図である。

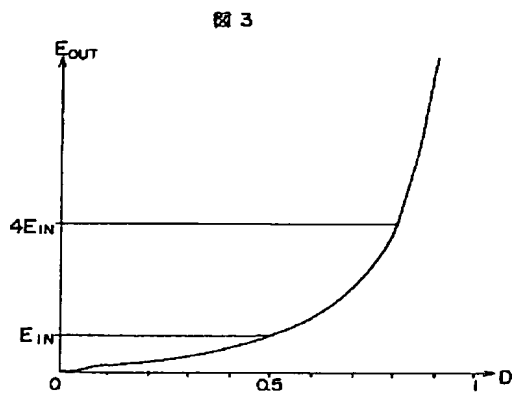
【符号の説明】

A' , A …第1および第2の入力端子、 B' , B …第1および第2の出力端子、 C_1 , C_2 , C_3 …コンデンサ、 D_1 …ダイオード、 L_1 , L_2 …インダクタンス。

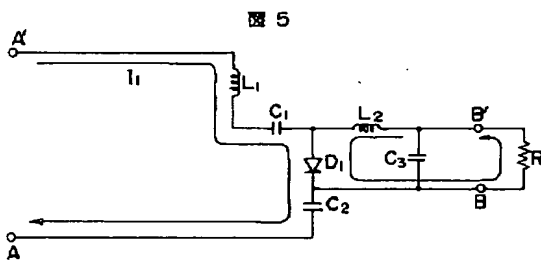
【図1】



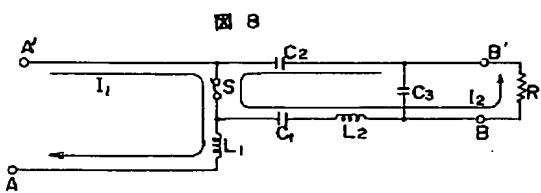
【図3】



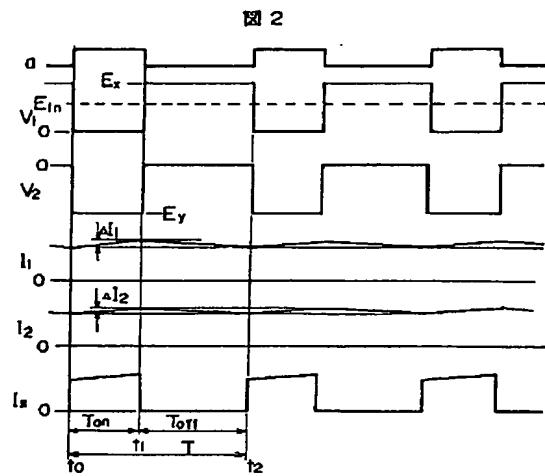
【図5】



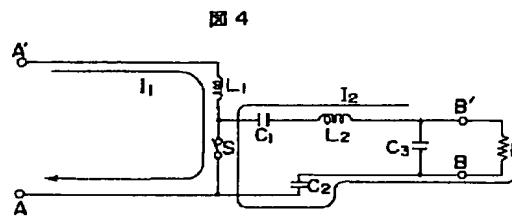
【図8】



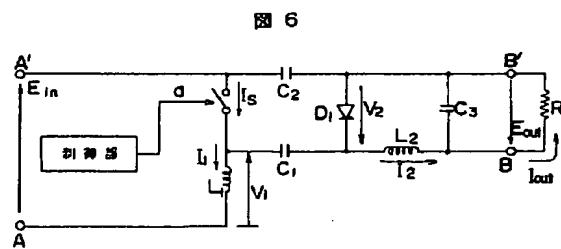
【図2】



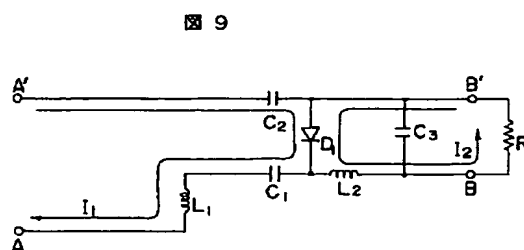
【図4】



【図6】

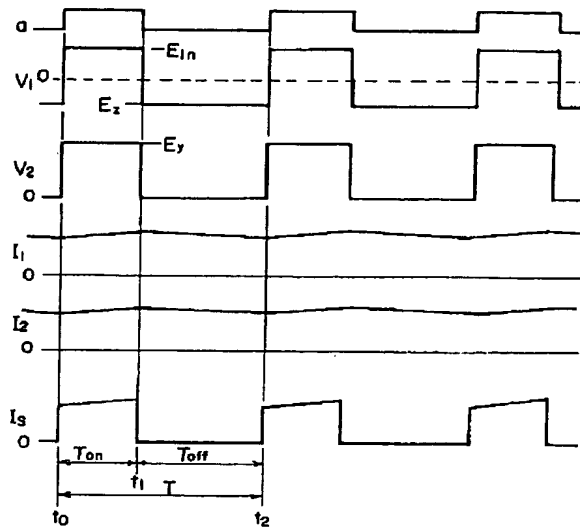


【図9】



【圖 7】

7



【圖 10】

10

